

## USE THE FILTRATE BARDS IN THE PREPARATION OF GRAIN BATCH

P.L. Shiyan, T.O. Mudrak, I.A. Boiarchuk

National University of Food Technologies

V.V. Sosnitsky

State enterprise of alcohol and liquor industry «UKRSPYRT»

Key words:	ABSTRACT
fermentation mash filtrate bards, volatile organic impurities of alcohol, use of the multiplicit of the filtrate bards	In a market economy to the domestic alcohol industry faces challenges, first and foremost, is to reduce production costs through the development and implementation of principally new innovative technologies that provide increased specific output of commodity products while maximizing utilization of waste.
<b>Article history:</b> Received 24.02.2015 Received in revised form 13.03.2015 Accepted 17.04.2015	Analysis alcoholic fermentation of starch mash the replacement process water filtrate bards at the stage batch cooking. It was established that the use of leachate bards positively affects the activity of yeast cells, reducing the synthesis of volatile organic impurities and acids.
<b>Corresponding author:</b> zevs-gromovuk@mail.ru	Defined maximum number of replacement water use and multiplicity filtrate bards at the stage of preparation of mixing depending on the dry matter content in the must

## ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРАТУ БАРДИ ПРИ ПРИГОТУВАННІ ЗЕРНОВИХ ЗАМІСІВ

П.Л. Шиян, д-р техн. наук, Т.О. Мудрак, канд. техн. наук,

Я.А. Боярчук, аспірант

Національний університет харчових технологій

В.В. Сосницький, канд. техн. наук

ДП «Укрспирт»

Проведено дослідження спиртового зброджування крохмалевмісної сировини із заміною технологічної води фільтратом барди на стадії приготування замісу. Встановлено, що використання фільтрату барди впливає на синтез летких органічних домішок спирту. Визначено оптимальну кратність використання фільтрату барди на стадії приготування замісу.

**Ключові слова:** зброджування, сусло, фільтрат барди, леткі органічні домішки спирту, кратність використання фільтрату барди.

**Вступ.** В переробних галузях України, і зокрема в спиртовій, залишається актуальною проблемою утилізація відходів, що утворюються в процесі виробництва товарної продукції. Щорічно на підприємствах спиртової галузі утворюється біля 3,2 млн. м<sup>3</sup> післяспиртової барди. Традиційно післяспиртова барда використовувалась на корм тварин. Корені зміни, що пройшли в Україні останнім часом призвели до зниження поголів'я худоби у приватному секторі та відгодівельних комплексах. Реалізація нативної барди на більшості спиртових заводах практично зведена до мінімуму. Нативну барду відводять до ставків-накопичувачів погіршують екологічну ситуацію прилеглих територій.

У світовій практиці існує два основних способи утилізації післяспиртової барди. Перший спосіб упарювання барди з подальшим її висушуванням. Даний спосіб практично не використовується через його величезну енергоємність та низьку рентабельність. Другий спосіб більш

ефективний і передбачає попередню фільтрацію барди та остаточну сушку вологого концентрату (КЕК) з одержанням сухого кормового продукту, який містить до 30 % білка [1].

Фільтрат барди використовують на стадії приготування зернового замісу, що скорочує не тільки кількість фільтрату барди, а також зменшує загальну кількість технологічної води.

**Мета досліджень.** Метою дослідження є визначення оптимальної кількості фільтрату барди на стадії приготування замісу в залежності від концентрації сухих речовин суслу та кратності його використання на синтез летких органічних домішок.

**Методи досліджень.** Аналізи проб здійснювали газохроматографічним методом на газовому хроматографі «Кристал-2000М».

**Результати та обговорення.** В Національному університеті харчових технологій проводиться системні дослідження, спрямованні на оптимізацію технології спиртового виробництва при частковій заміні технологічної води фільтратом барди на стадії приготування зернових замісів.

В попередніх дослідженнях авторами були визначені фізико-хімічні та хіміко-технологічні показники напівпродуктів виробництва і розрідженого замісу, оцукреного суслу, спиртової бражки, післяспиртової барди та його фільтрату.

На підставі цих досліджень була запропонована технологія постадійного гідролізу біополімерів зерна, та їх залишків у фільтраті барди концентрованими ферментними препаратами різної селективної дії при 60 %-й заміні технологічної води фільтратом, що відповідає 100 % використанню фільтрату барди при концентрації спирту в бражці 9,66 ваг.%, концентрація бражного дистиляту 30 ваг.% та закритому обігріві бражної колони (табл. 1).

Кількість фільтрату барди при «закритому» обігріві бражної колони і концентрації спирту в бражках ( $X_B$ ) більше 6,0 об.% завжди менша ніж кількість води потрібної для приготування замісу і залежить від багатьох факторів: кількості бражки (Б), концентрації спирту в бражці ( $X_B$ ), кількості бражного дистиляту (Д), концентрації спирту у бражному дистиляту ( $X_D$ ), кількості граючої пари на бражну колону ( $P_B$ ) та способу її обігріву, гідромодуля, концентрації сухих речовин барди ( $CP_{БР}$ ), фільтрату барди ( $CP_{ФБ}$ ) та вологого концентрату барди — КЕК ( $CP_{КЕК}$ ).

Кількість барди (БР), вологого концентрату барди — КЕК та фільтрату барди (ФБ) визначається за наступними рівняннями матеріальних балансів:

$$БР = \frac{\rho_{сп}}{100} \left[ \left( 1 + \frac{V_T}{100} \right) \left( \frac{1}{X_B} - \frac{1}{X_D} \right) \right], \frac{\text{кг}}{\text{дал}} \quad (1)$$

$$КЕК = БР = \frac{CP_{БР} - CP_{ФБ}}{CP_{КЕК} - CP_{ФБ}}, \frac{\text{кг}}{\text{дал}} \quad (2)$$

$$ФБ = БР = \left[ 1 - \frac{CP_B - CP_{ФБ}}{CP_{КЕК} - CP_{ФБ}} \right], \frac{\text{кг}}{\text{дал}} \quad (3)$$

При «відкритому» обігріві бражної колони кількість барди ( $БР_P$ ) визначається за рівнянням:

$$БР_P = БР + P_B, \frac{\text{кг}}{\text{дал}} \quad (4)$$

$$P_B = \frac{D h_D'' + B P_{СБР} - B C_{Б} t_B}{h'' - C_{БР} t_{БР}}, \frac{\text{кг}}{\text{дал}} \quad (5)$$

$$D = \frac{\rho_{сп}}{100 X_D} \left( 1 + \frac{V_T}{100} \right) \quad (6)$$

де,  $\rho_{сп}$  — густина спирту,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $V_T$  — втрати спирту, %;  $X_B$ ,  $X_D$  — концентрація спирту в бражці та бражному дистиляті, ваг.%;  $CP_B$ ,  $CP_{БР}$ ,  $CP_{ФБ}$ ,  $CP_{КЕК}$  — сухі речовини бражки, барди, фільтрату барди, КЕК відповідно, вагова частка;  $D$  — кількість дистиляту,  $\text{кг}/\text{дал}$ ;  $C_B$ ,  $C_{БР}$  — теплоємність бражки, барди,  $\text{кДж}/\text{кг К}$ ;  $h_D''$ ,  $h''$  — ентальпія пари дистиляту та гріючої пари,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;  $t_B$ ,  $t_{БР}$  — температура бражки та барди,  $^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 1. Залежність кількості фільтрату барди від параметрів технологічного процесу

№ пор.	Концентрація спирту в дистилляті, % ваг.	Показники			Концентрація сухих речовин, % СР		Кількість, кг/дал				Додаткова кількість води		Кількість фільтрату
		Кількість зерна, кг	Вологість зерна, %	Кількість необхідної води, кг	СР <sub>БР</sub>	СР <sub>ФБ</sub>	С <sub>БР</sub>	С <sub>Б</sub>	С <sub>ЖЕК</sub>	С <sub>ФБ</sub>	кг	%	
Концентрація спирту в бражі 6,0 % об. (4,84 ваг.%)													
1	30,0	25,8	13,0	137,3	14,0	5,6	163,08	137,31	18,45	118,86	18,42	13,42	86,58
	35,0	25,8	13,0	137,3	14,0	5,6	163,08	140,99	18,95	122,04	15,24	11,10	88,90
	40,0	25,8	13,0	137,3	14,0	5,6	163,08	143,75	19,32	124,43	12,85	9,36	90,64
	45,0	25,8	13,0	137,3	14,0	5,6	163,08	145,90	19,61	126,29	10,99	8,00	92,00
Концентрація спирту в бражі 8,0 % об. (6,41 ваг.%)													
2	30,0	22,3	13,0	100,9	16,0	6,4	123,14	96,83	15,49	81,33	19,54	19,37	80,63
	35,0	22,3	13,0	100,9	16,0	6,4	123,14	100,58	16,09	84,49	16,38	16,24	83,76
	40,0	22,3	13,0	100,9	16,0	6,4	123,14	103,40	16,54	86,86	14,01	13,89	86,11
	45,0	22,3	13,0	100,9	16,0	6,4	123,14	105,60	16,90	88,70	12,17	12,07	87,93
Концентрація спирту в бражі 10,0 % об. (8,02 ваг.%)													
3	30,0	20,0	13,0	78,4	18,0	7,2	98,42	72,11	17,13	54,97	23,42	29,88	70,12
	35,0	20,0	13,0	78,4	18,0	7,2	98,42	75,87	18,03	57,84	20,56	26,22	73,78
	40,0	20,0	13,0	78,4	18,0	7,2	98,42	78,68	18,70	59,99	18,41	23,48	76,52
	45,0	20,0	13,0	78,4	18,0	7,2	98,42	80,88	19,22	61,66	16,74	21,35	78,65
Концентрація спирту в бражі 12,0 % об. (9,66 ваг.%)													
4	30,0	20,3	13,0	61,4	22,0	8,8	81,71	55,40	18,53	36,87	24,52	39,94	60,06
	35,0	20,3	13,0	61,4	22,0	8,8	81,71	59,16	19,78	39,37	22,02	35,87	64,13
	40,0	20,3	13,0	61,4	22,0	8,8	81,71	61,98	20,72	41,25	20,14	32,81	67,19
	45,0	20,3	13,0	61,4	22,0	8,8	81,71	64,17	21,46	42,71	18,69	30,43	69,57

Таблиця 2. Концентрація органічних кислот в бражному дистилляті при використанні фільтрату барди на стадії приготування зернових замісів

№ пор.	Органічні кислоти, мг/дм <sup>3</sup>	Контроль	Цикл											
			30% використання фільтрату барди						60% використання фільтрату барди					
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	Оцтова	524,8	925,0	998,5	1171,0	925,1	768,4	784,2	735,8	764,6	898,9	835,4	795,4	733,7
2	Пропіонова	2,3	1,4	0,9	0,8	0,7	0,5	0,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5
3	Ізомаляна	3,9	3,0	2,6	1,9	1,7	1,6	1,5	3,5	3,3	2,6	2,4	2,2	1,2
4	Масляна	1,2	1,2	0,7	0,3	0,2	сліди	сліди	0,9	0,3	сліди	сліди	сліди	сліди
5	Ізвалерянова	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7	0,4	1,9	1,6	1,2	1,1	1,0	0,6
6	Валеріанова	2,2	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,1	1,9	1,7	1,4	1,3	1,2	0,7

Таблиця 3. Концентрація летких органічних сполук в бражному дистилляті при рециркуляції фільтрату барди на стадії приготування замісу

№ пор.	Органічні кислоти, мг/дм <sup>3</sup>	Контроль	Цикл											
			30% використання фільтрату барди						60% використання фільтрату барди					
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	ацетальдегід	1,5	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	4,2	4,7	4,8
2	2-пропанол	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
3	1-пропанол	6,1	6,7	7,2	7,4	7,5	7,6	7,8	6,9	8,3	9,0	10,3	10,5	10,7
4	ізобутанол	52,4	56,0	55,6	50,7	50,2	50,5	50,7	52,2	48,1	38,0	29,9	29,3	29,0
5	бутианол	0,9	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6
6	ізоаміловий спирт	224,4	233,2	229,8	227,0	211,6	195,6	192,1	221,5	202,4	174,2	144,8	134,0	132,0
7	сума вищих спиртів	283,9	341,7	293,5	285,75	269,9	254,3	251,2	279,3	259,5	222,0	185,8	174,5	172,4
8	етилацетат	6,0	7,0	7,0	9,8	14,8	14,4	14,2	7,4	11,8	12,4	16,0	16,4	16,6
9	ізоамілацетат	сліди	0,1	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4
10	етиллактат	2,5	2,6	2,6	3,7	4,0	4,4	4,6	3,0	3,4	4,5	5,6	7,4	7,5
11	етилноктоат	сліди	сліди	сліди	сліди	сліди	0,4	0,5	сліди	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
12	сума естерів	8,5	9,7	9,8	13,7	19,3	19,7	19,8	10,8	16,0	17,9	22,4	24,5	24,8
13	метанол*)	0,0006	0,0007	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0007	0,0006	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004
14	ацетон	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5
15	1-гексанол	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
16	2-фенілетанол	54,9	54,8	54,8	45,2	40,1	37,0	35,0	61,6	59,6	51,5	46,3	39,8	38,9

\*) концентрація метилового спирту, % об.

При концентрації спирту в бражках 8 об. % кількість фільтрату барди становить в середньому 80...88 % взаємності від концентрації бражного дистилляту, а при концентрації — 12 об. % його кількість зменшується майже у 1,5 і становить відповідно 60...70 % (табл. 1).

Під час спиртового бродіння поряд із етиловим спиртом утворюються різноманітні органічні сполуки: кислоти, альдегіди, складні естери, вищі (сивушні) спирти, тощо. Їх синтез пов'язаний з біосинтетичними властивостями спиртових дріжджів і в значній мірі залежить від складу і рН сусла.

В таблиці 2, 3 наведені результати досліджень синтезу органічних сполук в залежності від кількості фільтрату барди та циклів його використання.

Концентрація оцтової кислоти в бражному дистилляті збільшується на третьому циклі в 1,7...2,2 раз, після чого поступово знижується і на 5—6 циклах практично не змінюється залишаючись на рівні 140—150% від концентрації в контролі.

Що стосується решти органічних кислот (табл. 2) їх кількість із збільшенням циклів рекуперації фільтрату барди зменшується, що можна пояснити їх участь у реакціях новоутворення органічних домішок спирту у бражній колоні на сам перед етилацетату, ізоамілацетату (табл. 3).

Із збільшенням кількості фільтрату барди та циклів її використання концентрація головних домішок спирту — ацетону, ацетальдегіду та етилацетату збільшується у 3,0...5,0; 1,7...3,2 та 2,4...2,8 рази відповідно.

Концентрація вищих спиртів — ізоамілового та ізобутилового (нижня проміжна домішка) суттєво змінюється і на шостому циклі при кількості фільтрату барди 60 % зменшується в середньому в 1,8 рази.

Концентрація пропанолу та ізоамілацетату (верхні проміжні домішки) збільшується в 1,3...1,8 та 4,0...5,0 рази відповідно.

Сумарна концентрація висококиплячк складних естерів — етиллактату та етилоктаноату (верхні проміжні домішки) збільшується в 1,9...3,1 рази відповідно.

Концентрація метилового спирту (кінцева домішка) зменшується в середньому 1,5 рази.

Зміна концентрації летких органічних сполук в бражному дистилляті пов'язана як із зміною складу суслу, біосинтетичними процесами в дріжджовій клітині так і реакціями етирефікації, які відбуваються в бражній колоні.

**Висновки.** При організації рециркуляції фільтрату барди під час приготування зернових замісів необхідно враховувати, що кількість барди та її фільтрату залежить, на сам перед, від концентрації сухих речовин замісу, концентрації спирту в бражці та бражному дистилляті. В разі «закритого» обігріву бражної колоні при концентрації спирту в бражці 6 об. % та бражному дистилляті 40 об. % кількість фільтрату барди знаходиться в межах 85...92 % від загальної потреби води на заміс, а при збільшенні концентрації спирту бражки до 12 об. % — зменшується в середньому до 60...68 %.

Зміну концентрації летких органічних сполук бражки при рециркуляції фільтрату барди на стадії приготування замісу необхідно враховувати при оптимізації процесу брагоректифікації та передбачити наступні заходи.

Збільшити відбір головної фракції в епюраційній колоні або передбачити подачу пом'якшеної води на її верхню тарілку (гідроселекція) при одночасному збільшенні гріючої пари на її обігрів.

Збільшити відбір непастерезованого спирту або розширити зону пастеризації в ректифікаційній колоні.

Організувати відбір верхніх проміжних домішок з 19—25 тарілок ректифікаційної колоні, рахуючи знизу.

В разі наявності колоні кінцевої очистки організувати її роботу в режимі «повторної ректифікації» для більш ефективного вилучення верхніх проміжних домішок.

Оптимальні технологічні параметри роботи брагоректифікаційної установки встановлюються експериментально, з урахуванням вищенаведених рекомендацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Технологія спирта* / В.Л. Яровенко, В.А. Маринченко, В.А. Смирнов, и др.; под. ред. проф. В.Л.Яровенко. — М.: Колос, 2002. — 464 с.
2. *Шиян П.Л.* Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія / Шиян П.Л., Сосницький В.В., Олійнічук С.Т. — К.: Асканія, 2009. — 424 с.

3. Яковлев А.Н. Накопление побочных продуктов в процессе спиртового брожения / Яковлев А.Н., Яковлева С.Ф., Кавалева Т.С., Пешков А.Л. // Вестник ВГУИТ. — 2013. — № 3. — С. 183 — 185.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЛЬТРАТА БАРДЫ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ ЗЕРНОВЫХ ЗАМЕСОВ**

**П.Л. Шиян, Т.А. Мудрак, Я.А. Боярчук**

*Национальный университет пищевых технологий*

**В.В. Сосницький,**

*ГП «Укрспирт»*

*Проведени испытання спиртового сбраживання крахмалосодержащего вещества с заменой технологической воды фильтратом барды на стадии приготовления замеса. Установлено, что использование фильтрата барды влияет синтез летучих органических примесей спирта. Определена оптимальная кратность использования фильтрата барды на стадии приготовления замеса.*

**Ключевые слова:** *сбраживання, сусло, фильтрат барды, летучие органические примеси спирта, кратность использования фильтрата барды.*